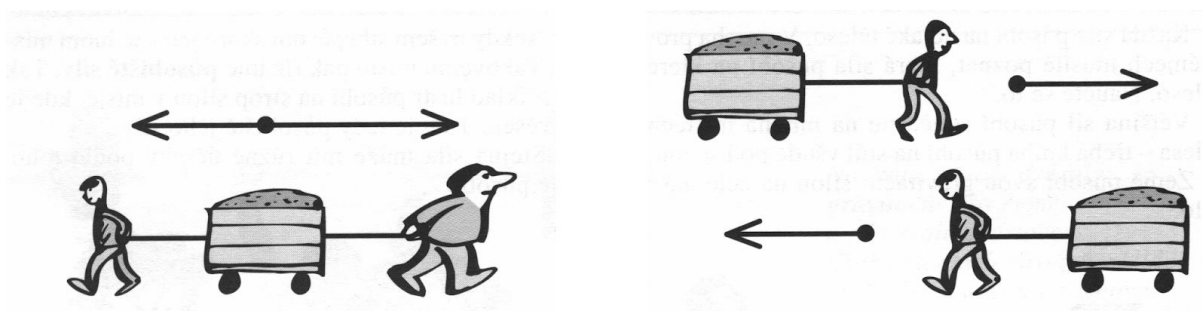
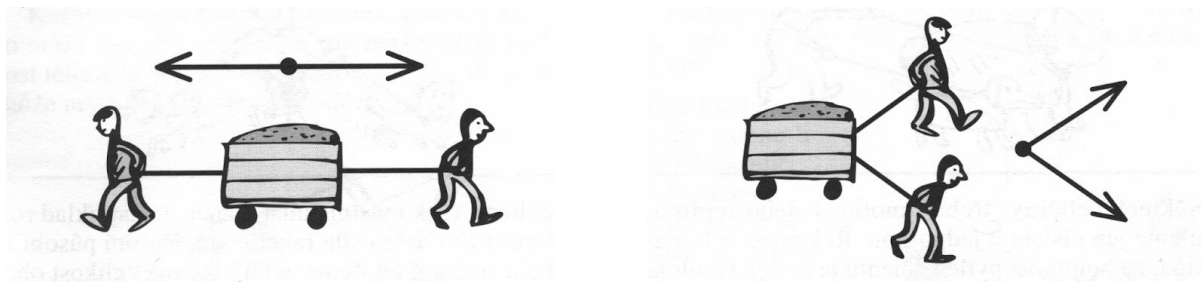


03 - síla

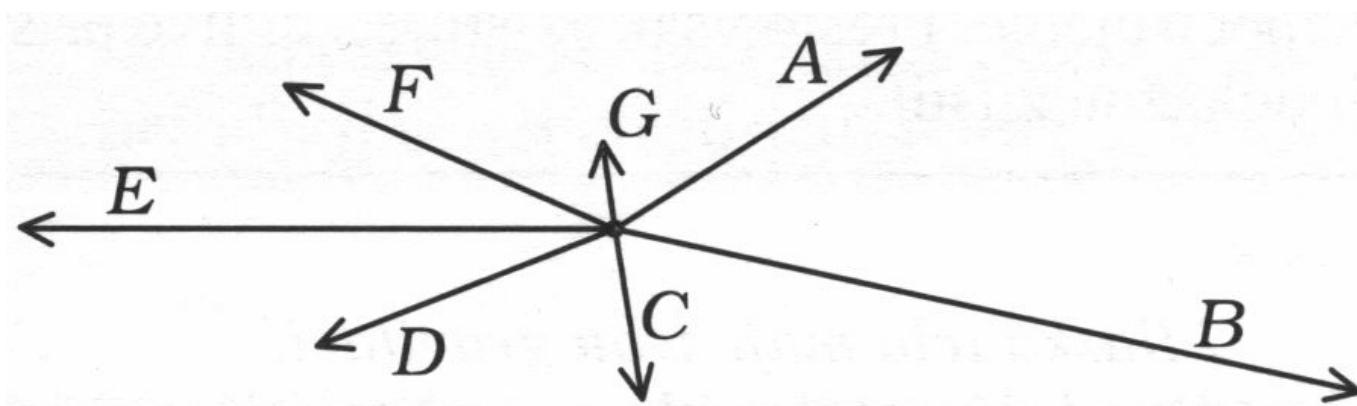
Síla

Tato veličina se značí F a její jednotkou je 1 newton = 1 N. Často se zakresluje jako šipkou (vektorem), kde její délka odpovídá velikosti síly, začátek jejímu působišti a šipka udává směr působení.

Jak se budou chovat vozíky?

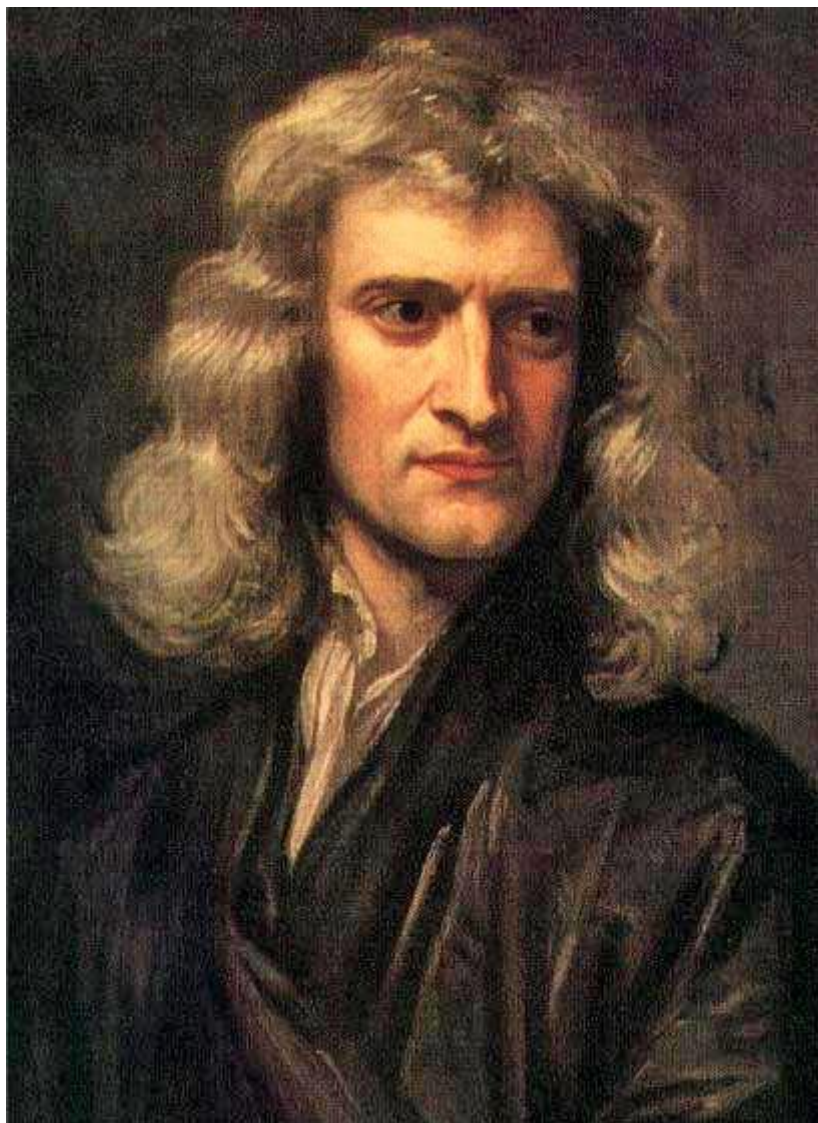


Na obrázku jsou síly znázorněny tak, že 10 mm odpovídá 100 N. Určete velikosti těchto sil.



A	B	C	D	E	F	G

Issac Newton



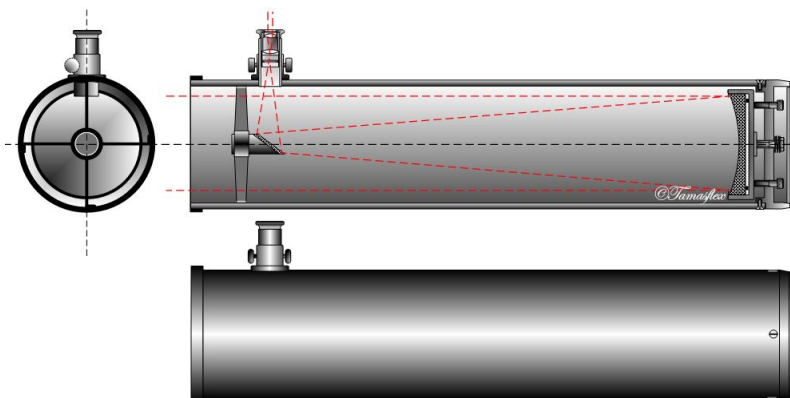
Sir Isaac Newton ([ˈaɪzək ˈnjuːtən] 25. prosince 1642^{jul.}/ 4. ledna 1643^{greg.} – 20. března^{jul.}/ 31. března 1727^{greg.}) byl anglický fyzik, matematik (profesor naturální filosofie), astronom, alchymista a teolog, jenž bývá často považován za jednu z nevlivnějších osob v dějinách lidstva. Jeho publikace *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, vydaná v roce 1687, položila základy klasické mechaniky a dnes bývá řazena mezi nejdůležitější knihy v historii vědy. Newton v ní popisuje zákon všeobecné gravitace a tři zákony pohybu, které se na další tři staletí staly základem vědeckého pohledu na fyzický vesmír. Newton propojil Keplerovy zákony pohybu planet s vlastní teorií gravitace a dokázal, že pohyb předmětů na Zemi se řídí stejnými pravidly jako pohyb vesmírných těles. Tím smetl poslední pochyby o heliocentrismu a přispěl k vědecké revoluci.

Newton je někdy považován dokonce za zakladatele exaktní vědy jako zcela nového pohledu na reálný svět, umožňujícího rozvoj (moderní) matematizované vědy.

V mechanice Newton formuloval teorii o zachování hybnosti a momentu hybnosti. Na poli optiky sestavil první zrcadlový dalekohled a na základě pozorování, že optické hranoly rozkládají bílé světlo do jednotlivých barev viditelného spektra, rozvedl teorii barev. Rovněž vyslovil zákon chladnutí a zkoumal rychlost zvuku.

Newton byl horlivě věřícím křesťanem, byť zastával místy nekonvenční názory. Přestože je dnes vzpomínán především pro svůj přínos vědě, část svých textů věnoval výkladům bible.

Někteří odborníci se domnívají, že měl Aspergerův syndrom.



Newtonovy pohybové zákony

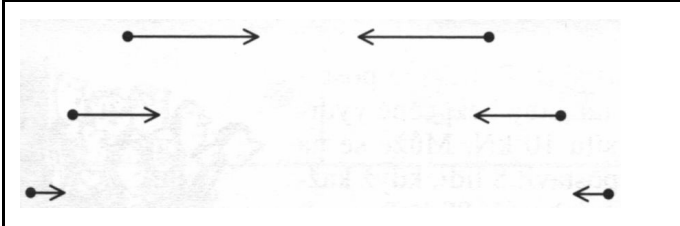
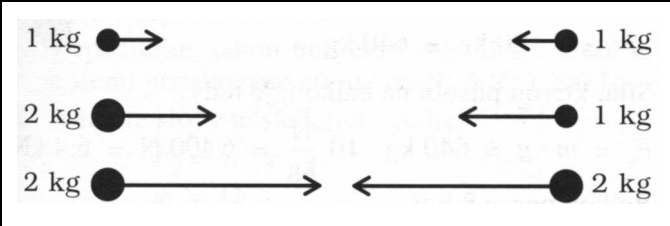
1. Jestliže na těleso nepůsobí žádné vnější síly nebo výslednice sil je nulová, pak těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu. (Známý jako zákon setrvačnosti)
2. Jestliže na těleso působí síla, pak se těleso pohybuje se zrychlením, které je přímo úměrné působící síle a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa.
3. Proti každé akci vždy působí stejná reakce; jinak: vzájemná působení dvou těles jsou vždy stejně velká a míří na opačné strany. (Známý jako zákon akce a reakce)

Jak zapíšeme zákon č. 2 vzorcem?

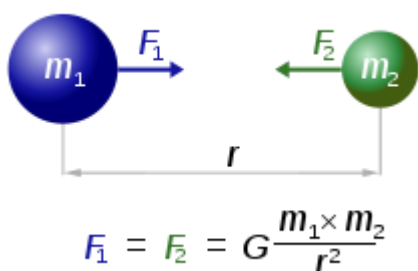
Jak bychom mohli vyjádřit Newton (jednotku) pomocí základních jednotek?

Gravitační síla Země

Každé hmotné těleso přitahuje ostatní tělesa **gravitační silou**, která vychází z jejich hmotnosti a vzdálenosti. U běžných těles kolem nás je tato síla zanedbatelná, ale gravitační sílu Země pocítujeme všichni.

Velikost závisí na vzdálenosti - čím větší vzdálenost od tělesa, tím je síla menší.	Velikost závisí na hmotnosti - čím větší hmotnost, tím je síla větší.
	
Gravitace je vždy přitažlivá - nikdy není odpudivá	Působí na všechna tělesa - Země přitahuje Měsíc i člověka, člověk přitahuje Zemi i Měsíc, Měsíc přitahuje Zemi i člověka.

Výpočet gravitační síly nám říká Newtonův gravitační zákon:



Kde G je gravitační konstanta s hodnotou (přibližně) $6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.

Gravitační sílu často značíme F_g .

Pro naše účely nás více zajímá **tíhová síla**, která působí na tělesa na povrchu Země (přesněji ve vztahné soustavě spojené s povrchem Země či, v zobecněném případě, jiného tělesa). Je výslednicí gravitační síly Země a odstředivé síly vzniklé otáčením Země kolem své osy. Značíme ji F_G .

Tíhová síla udílí všem tělesům v soustavě spojené s povrchem Země **tíhové zrychlení g** , tedy zrychlené volného pádu v daném místě (vzpomeňte si na druhý Newtonův pohybový zákon). Její velikost je tedy určena vztahem:

$$F_G = m \cdot g$$

Kde $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Pro výpočty často stačí uvažovat hodnotu $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$, takže se pak snadno určuje jaká tíhová síla působí na těleso blízko u země: na láhev s vodou o hmotnosti 1,5 kg působí síla 15 N, na list papíru o hmotnosti 5 g (to se rovná 0,005 kg) působí síla 0,05 N, na automobil o hmotnosti 1,2 t (1200 kg) 12000 N atd.

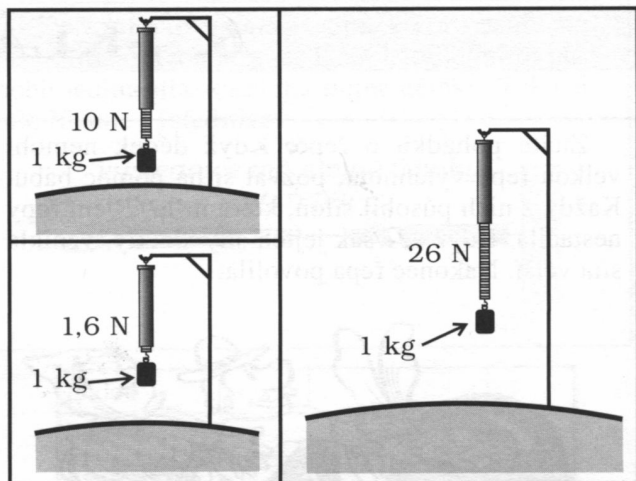
Jakou silou působí Země na následující tělesa?

1 kg peří	N
1 kg železa	N
Slon (m = 6000 kg)	N
Dospělý muž (m = 75 kg)	N
Tabulka čokolády (m = 100 g)	N

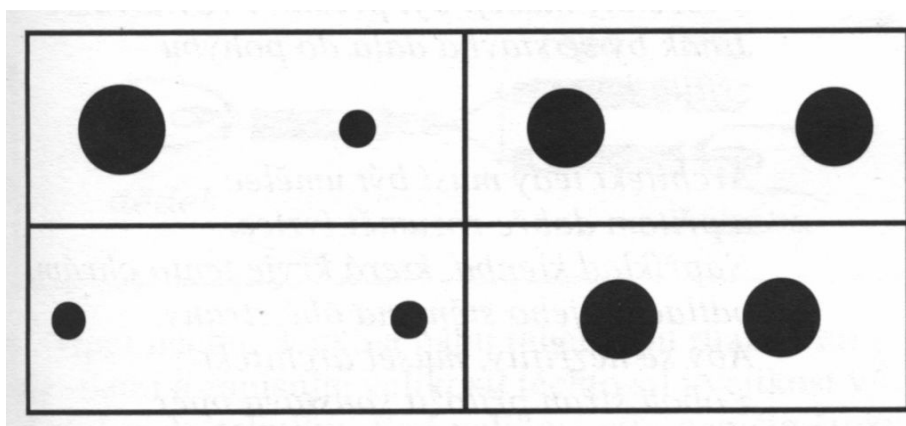
Jaká síla vyrovnává působení této síly, když tělesa leží (nebo stojí) na podlaze?

	Slunce	Merkur	Země	Měsíc	Mars	Jupiter	Saturn
Tíhové zrychlení [ms⁻²]	270	4	10	1.6	4	26	11
Moje hmotnost [kg]							
Tíhová síla [N]							

Následující obrázek zachycuje situaci na třech různých tělesech Sluneční soustavy. Co můžete prohlásit o tíhovém poli těchto těles. Poznáte o jaká tělesa se jedná?



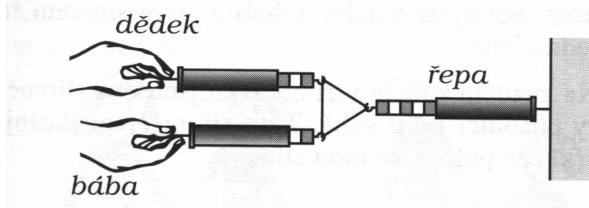
Všechna tělesa na obrázku jsou stejnorodá ze stejného materiálu. Která dvě na sebe působí největší gravitační silou a která dvě nejmenší gravitační silou?



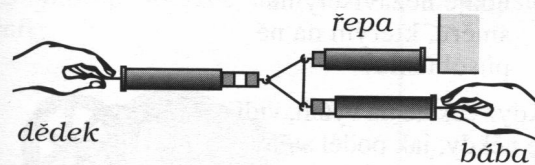
Balkon je postaven tak, aby bezpečně vydržel sílu 10 kN. Může se na něj postavit 10 lidí, když každý má hmotnost 80 kg?

Skládání sil

Spojte tři siloměry podle obrázku. K jednomu siloměru postavte dědka, ke druhému bábu – jejich siloměry budou ukazovat, jakou silou každý z nich tahá.



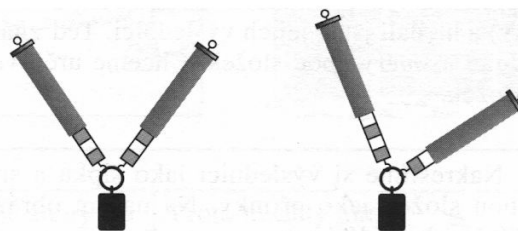
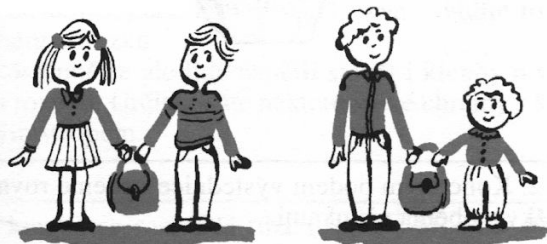
Když dědek a bába tahají stejným směrem, jejich síly se sčítají. Co se stane, když budou tahat proti sobě?



Nakreslete pomocí vektorů (šipek):

Skládání sil, které mají různé směry

Takhle nosí sourozenci těžký náklad v tašce. Kdo nese víc – kdo působí větší silou?

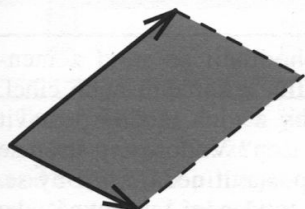


Udělejte několik pokusů. Jaký je vztah mezi velikostmi sil a úhlem, který spolu svírají? Nakreslete všechny síly, které působí na těleso (tašku).

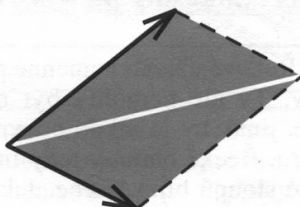
Hledáme výslednici

Když máme dvě síly znázorněny šipkami, které vycházejí z jednoho bodu, najdeme výslednici takto:

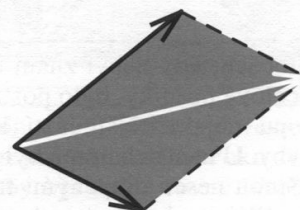
1. Doplníme obrazec na rovnoběžník.



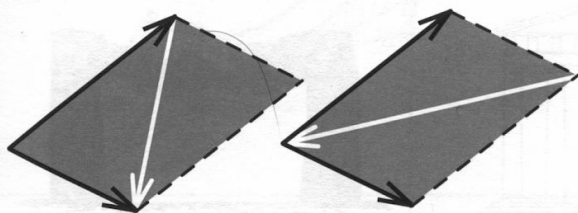
2. Narýsujeme jeho úhlopříčku.



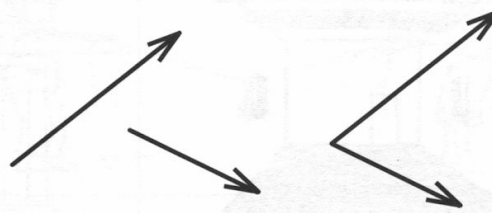
3. Zakončíme ji šipkou, abychom ukázali směr výslednice.



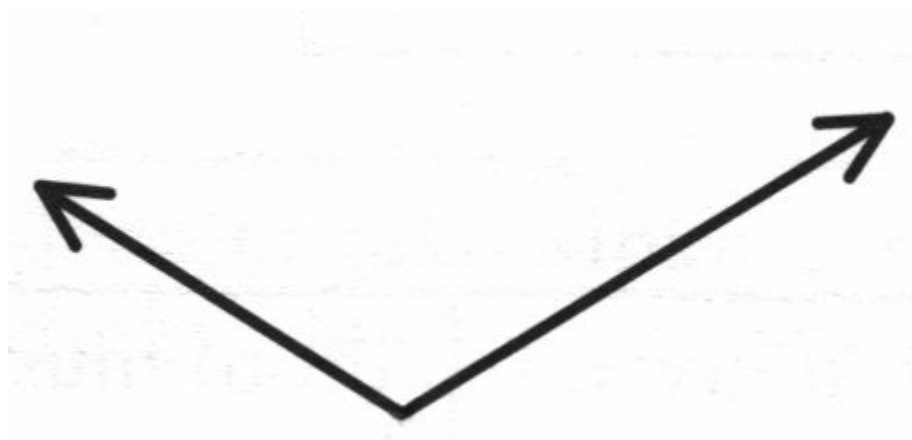
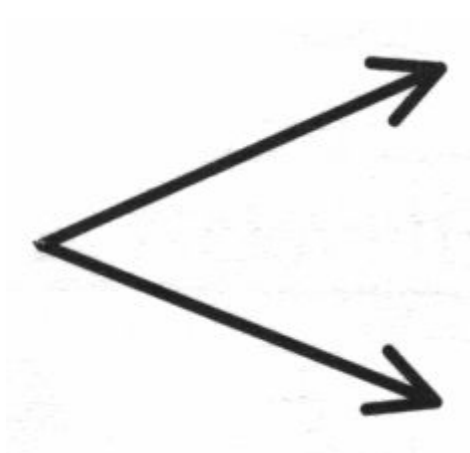
Dejte pozor, abyste vybrali správnou úhlopříčku a abyste zvolili správnou orientaci. Tyto dva obrázky jsou ŠPATNÉ. Proč?



Někdy šipky vycházejí z různých bodů. Pak je musíme přenést tak, aby vycházely z jednoho bodu. Šipky přenášíme rovnoběžně.



Najděte výslednice těchto sil:

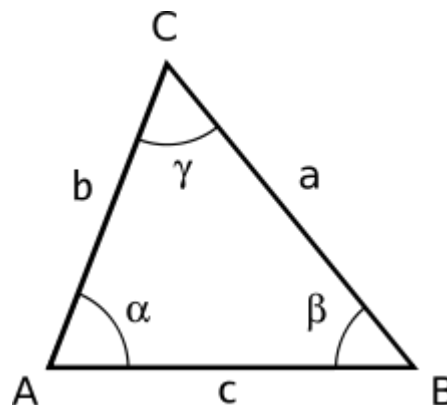


Počítáme silový rovnoběžník

Sinová věta

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

$$\text{čili } \frac{a}{b} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \text{ či } \frac{b}{c} = \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}, \text{ či } \frac{c}{a} = \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha}$$



Kosinová věta

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos \alpha$$

$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ca \cdot \cos \beta$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma$$

Velikost této síly určíme pomocí kosinové věty a využitím vlastnosti funkce kosinus:

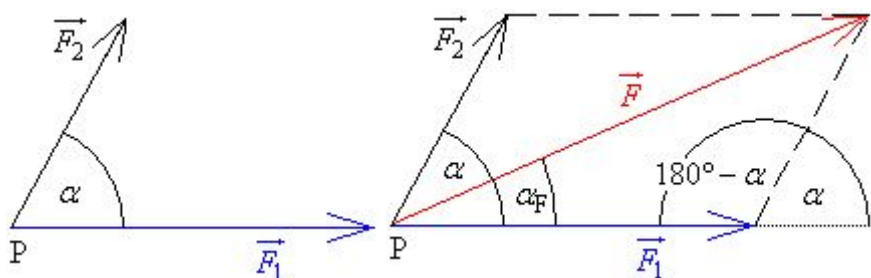
$$\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha \quad . \text{ Lze tedy psát:}$$

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cos(180^\circ - \alpha)} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha} \quad . \text{ Úhel } \alpha_F, \text{ který svírá}$$

výslednice \vec{F} s jednou ze sil (tento úhel svírá se silou \vec{F}_1), určíme pomocí sinové věty. V našem

případě lze tedy psát: $\frac{\sin \alpha_F}{\sin(180^\circ - \alpha)} = \frac{F_2}{F}$. Vzhledem k tomu, že $\sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$, lze psát

$$\sin \alpha_F = \frac{F_2}{F} \sin \alpha$$

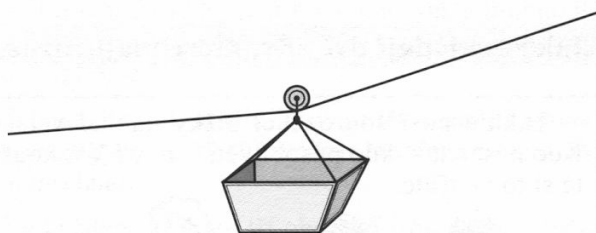


Jak rozkládáme sílu

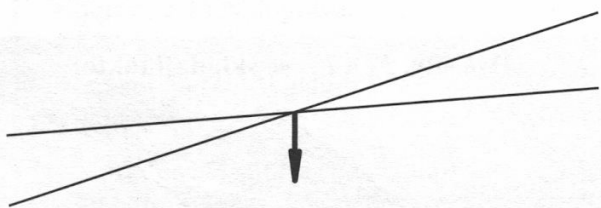
Touto lanovkou se vozí kámen z lomu. Naložený vozík je přitahován k Zemi silou 10 000 N. Jakou silou je napínán každý konec lana?

Sílu 10 000 N, kterou vozík působí na lano, musíme rozložit na dvě složky: jedna napíná pravý konec lana a druhá napíná levý konec lana.

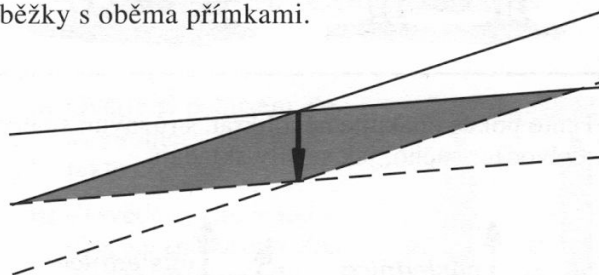
V předchozích příkladech jsme znali dvě síly (**složky**) a hledali jsme jejich výslednici. Teď známe výslednici a *směry* obou složek. Chceme určit *velikosti* složek.



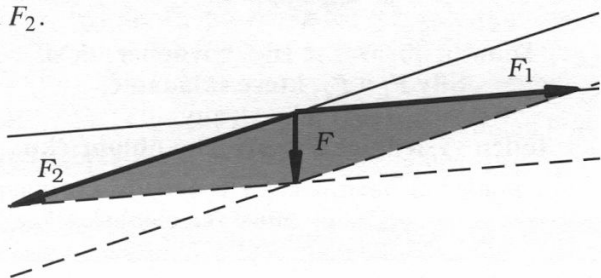
1. Nakreslíme si výslednici jako šipku a směry obou složek jako přímky. Na našem obrázku 10 000 N odpovídá 1 cm.



2. Koncovým bodem výslednice vedeme rovnoběžky s oběma přímkami.



3. Dokreslíme šipky znázorňující obě složky F_1 a F_2 .

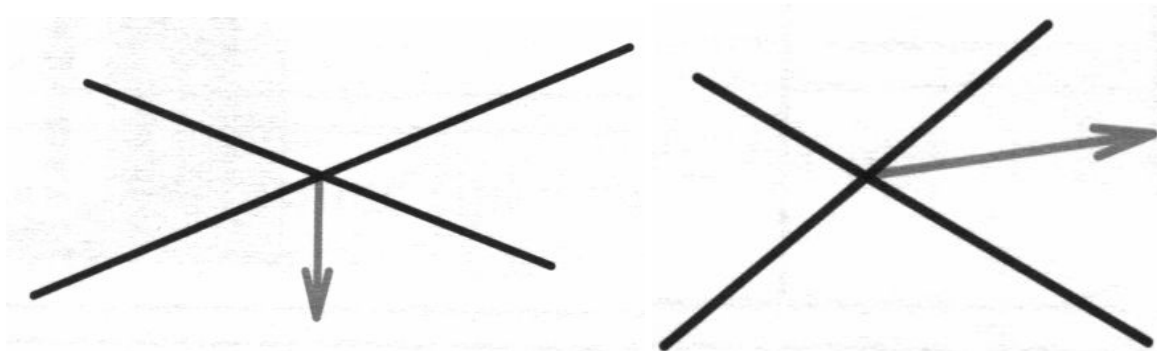


4. Změříme velikosti šipek: 3,7 cm a 4 cm. Dohodli jsme se, že 1 cm odpovídá 10 000 N. Proto 3,7 cm odpovídá 37 000 N = 37 kN a 4 cm odpovídají 40 000 N = 40 kN.

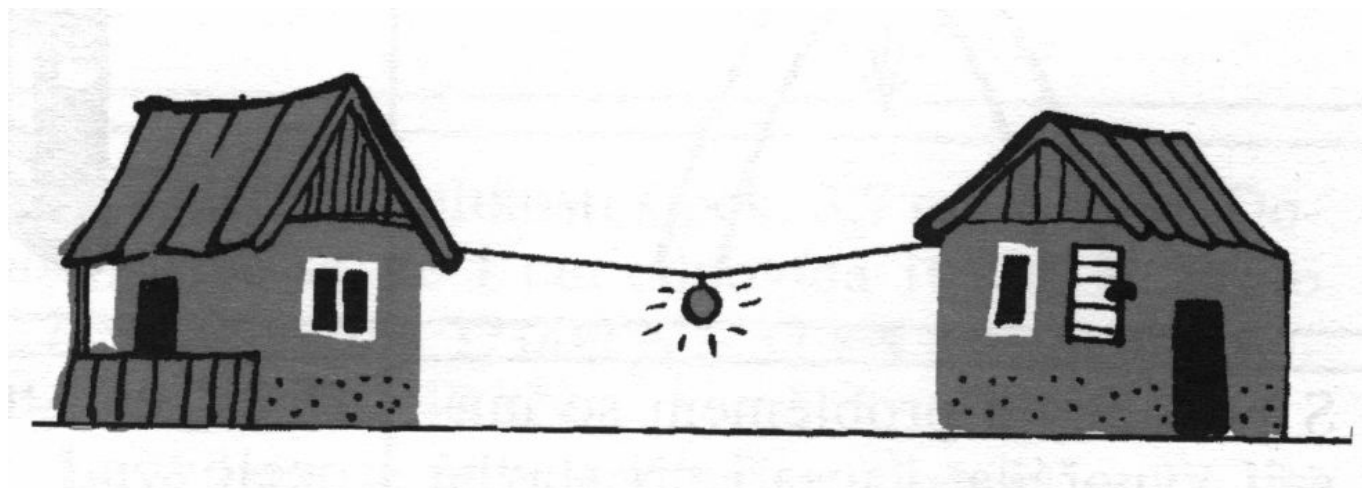
Levé lano je tedy napínáno silou $F_1 = 37$ kN a pravé lano silou $F_2 = 40$ kN.

Když obě tyto síly F_1 a F_2 zase složíte pomocí rovnoběžníku sil, dostanete zpátky sílu F , kterou vozík působí na celé lano.

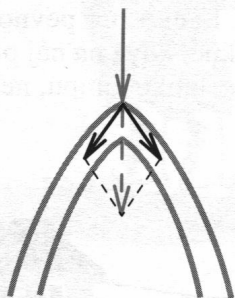
Na následujících obrázcích je narysována vždy výslednice a směry obou složek. Najděte velikosti těchto složek.



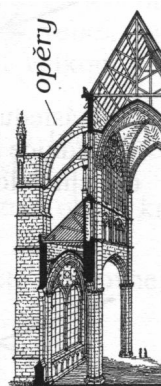
Lampa o hmotnosti 6kg je zavěšena na lanku, jak to vidíte na obrázku. Lanko má pevnost (v tahu) 100 N - to znamená, že praskne, když na něj působí síla větší než 100 N. Unese lanko lampu, nebo praskne?



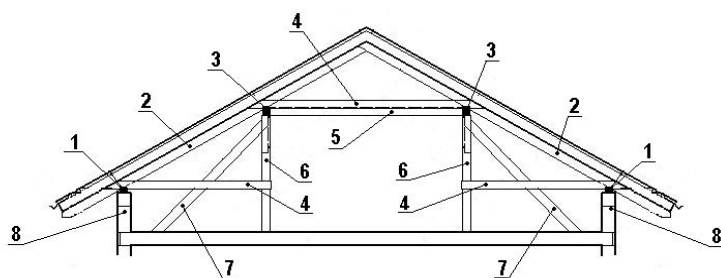
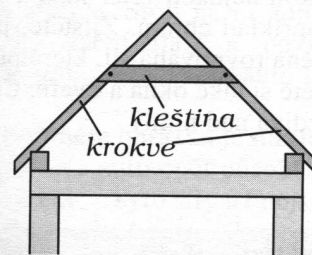
V klenbě se rozkládá tíha stropu na dvě složky, které už nemíří dolů, ale do stran.



Proto musely mít klenuté stavby silné stěny a často i opěry zvenčí. Ty vyrovnávaly sílu, kterou klenba „roztláčovala“ stěny.



S podobným problémem se museli vypořádat i tesaři při stavbě krovu. Proto jsou krokve spojeny *kleštinami*. Ty vyrovnávají síly, které tlačí krokve od sebe.

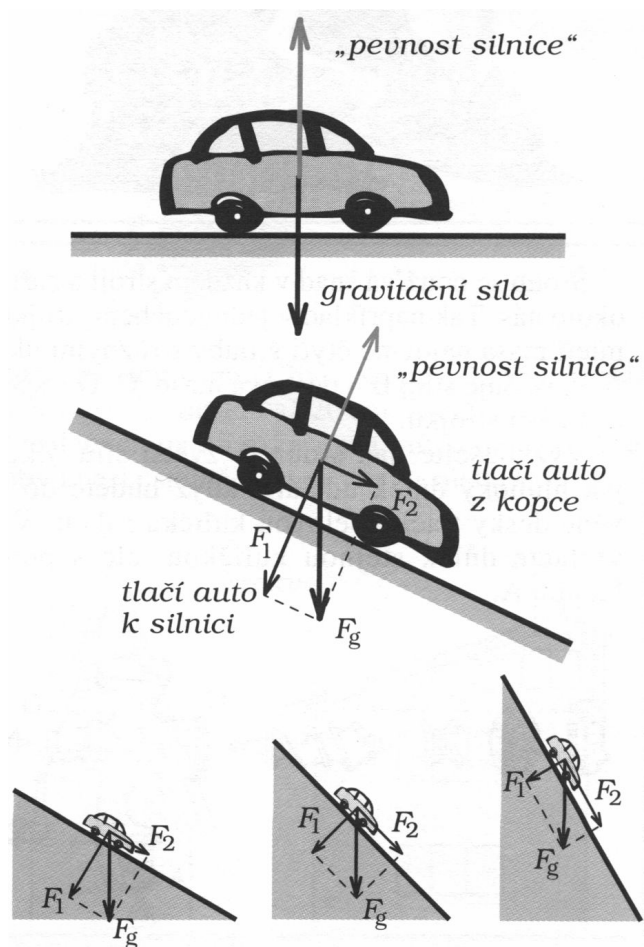
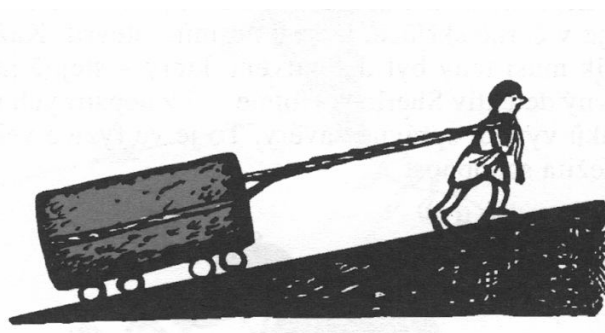
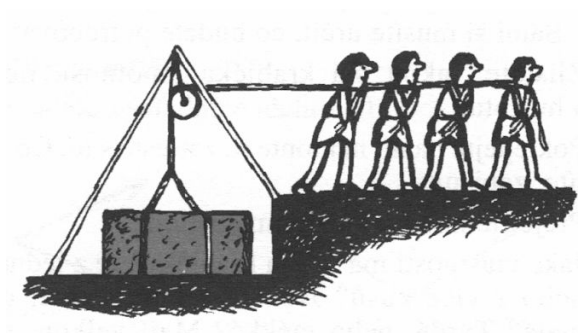


1 ... POZEDNICE
2 ... KROKEV
3 ... VAZNICE
4 ... KLEŠTINY

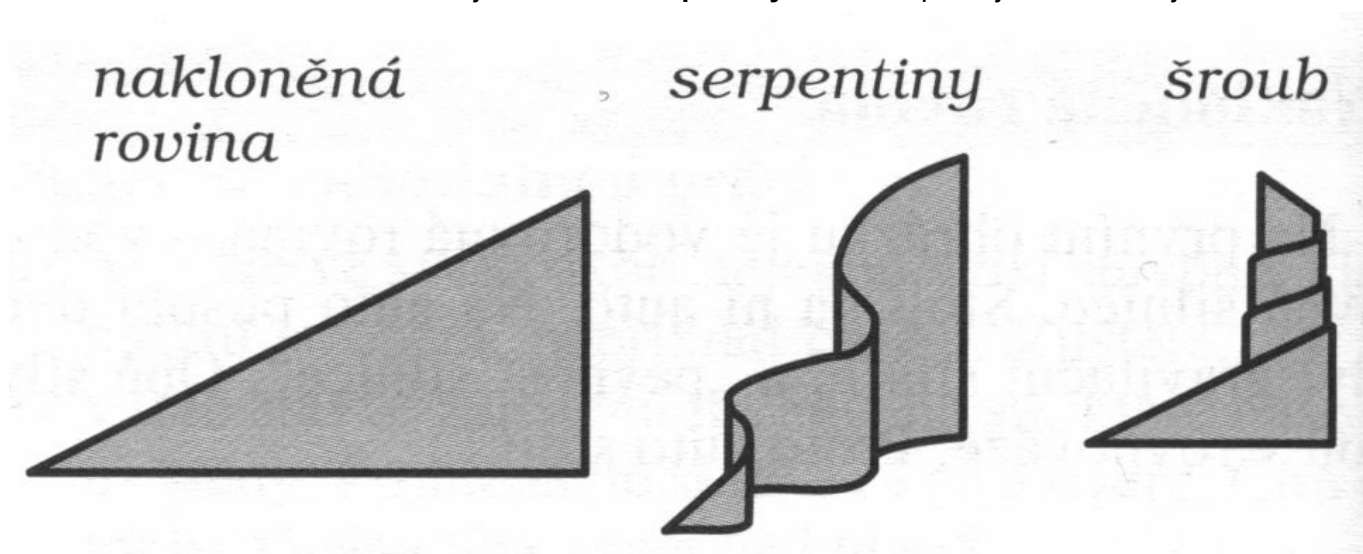
5 ... HAMBÁLEK
6 ... SLOUPEK
7 ... VZPĚRA
8 ... PODEZDÍVKA

Nakloněná rovina

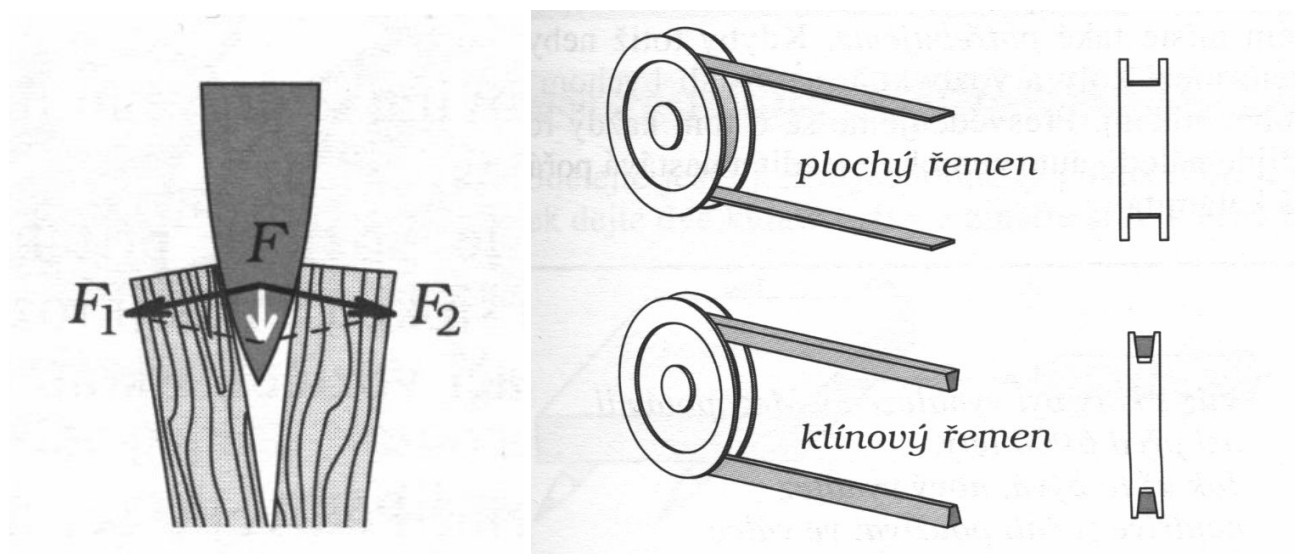
Při stavbě pyramid potřebovali dopravit velké kamenné kvádry do výšky. K přímému zvednutí by potřebovali enormní sílu. Proto je zvedali pomocí nakloněné roviny. Pomocí nakloněné roviny může člověk zvednout břemeno, na které by mu jinak nestačily síly. Musí ovšem působit na delší dráze.



“Zmáčknutou” nakloněnou rovinnou jsou vlastně **serpentina**. Ještě “úspornější” variantou je **šroubovice**.



Klín je další jednoduchá pomůcka, postavená přímo na rozkládání sil. Změřte kolikrát je F_1 nebo F_2 větší než síla F , která na klín působí.



Při přenášení pohybu z jedné řemenice na druhou (např. z motoru na osu pilového kotouče cirkulárky) se nepoužívají ploché řemeny, ale klínové. Proč?